

# L'ÚS ACTUAL DE L'ENERGIA SOLAR. APLICACIONS ALS EDIFICIS

Xavier Cipriano i Jordi Cipriano  
CIMNE, Terrassa

## Introducció

L'energia solar presenta dues característiques molt importants que la diferencien de les fonts energètiques convencionals: *dispersió* i *intermitència*. Es considera que presenta una gran *dispersió* perquè la seva densitat de flux, en condicions favorables, difícilment arriba als 1.000 kW/m<sup>2</sup>, valor que queda molt per sota de les densitats d'altres fonts d'energia. Això significa que per obtenir energies elevades es necessiten, o bé grans superfícies de captació, o bé sistemes de concentració de raigs solars. D'altra banda, es considera que és una energia *intermitent* perquè tan sols es produeix en certes hores del dia, el que fa necessari a més de la instal·lació captadora, el corresponent sistema d'acumulació de l'energia captada.

Així doncs, el primer pas per a l'aprofitament de l'energia solar en els edificis és la seva captació, aspecte dintre del qual es poden distingir dos sistemes de característiques molt diferents: sistemes passius i sistemes actius.

Els sistemes passius són aquells que no necessiten cap tipus de dispositiu per a captar l'energia solar, i que existeix una íntima relació entre el sol, l'acumulació de calor i l'edificació. La captació d'energia s'aconsegueix mitjançant l'aplicació de diferents elements arquitectònics sobre els edificis (finestres, aprofitament de la massa tèrmica...)

Els sistemes actius es basen en la captació de la radiació solar mitjançant un element captador denominat col·lector. Segons les característiques del col·lector, els sistemes actius es poden classificar en:

- Sistemes solars tèrmics per a l'escalfament d'aigua (baixa temperatura)
- Sistemes solars tèrmics per a l'escalfament d'un fluid caloportador (mitja i alta temperatura)
- Sistemes solars fotovoltaics per a la producció d'electricitat

En aquest article ens centrarem a explicar les característiques bàsiques dels sistemes actius, de manera que es coneguin les seves aplicacions i configuracions bàsiques. Tanma-

teix es farà una breu ressenya de la situació en l'àmbit europeu d'aquestes tecnologies.

## Sistemes solars tèrmics per a l'escalfament d'aigua

### Aplicacions

L'energia solar tèrmica per a l'escalfament d'aigua a baixa o mitja temperatura és la que actualment té una millor perspectiva de desenvolupament. L'element principal d'aquestes instal·lacions és el col·lector solar pla. El funcionament de la instal·lació és senzill: pel captador es fa circular aigua que és escalfada per la radiació solar; aquesta aigua es transporta fins a un dipòsit acumulador on hi ha l'aigua sanitària d'ús domèstic i, mitjançant un bescanviador de calor, es transfereix l'energia de l'aigua escalfada amb el sol, cap a la d'ús domèstic.

Les aplicacions d'aquest sistema solar tèrmic són diverses i es poden classificar en:

- Producció d'aigua calenta sanitària (ACS)
- Climatització de piscines
- Calefacció
- Algunes aplicacions industrials

L'aplicació que actualment consta amb més captadors instal·lats és la producció d'aigua calenta sanitària gràcies al seu baix cost i amortització ràpida.

### Situació europea del mercat de sistemes solars tèrmics

El mercat europeu de sistemes solars tèrmics de baixa temperatura està creixent ràpidament, i es preveu un creixement continu en el futur. Aquests sistemes s'estan instal·lant àmpliament i, en el seu *White Paper*, la Comissió Europea ha establert l'objectiu d'aconseguir 100 milions de m<sup>2</sup> instal·lats abans del 2010. Actualment, més d'11 milions de m<sup>2</sup> de col·lectors solars de vidre estan instal·lats a Europa, amb un creixement anual d'1 milió de m<sup>2</sup> a l'any. A la taula 1 es pot veure les dades de superfície instal·lada de col·lectors solars tèrmics a diferents països europeus.



Taula 1. Àrea estimada de sistemes solars tèrmics a diferents països europeus (1999)

País	Àrea m <sup>2</sup>
Àustria	1.476.000
Bèlgica	19.500
Dinamarca	282.000
Finlàndia	12.000
França	296.000
Alemanya	2.290.000
Grècia	2.645.000
Irlanda	1.200
Itàlia	244.000
Holanda	146.000
Noruega	5.000
Portugal	219.500
Espanya	313.000
Suècia	157.000
Suïssa	241.000
Regne Unit	141.000

Tal i com es pot apreciar a la Taula 1, els mercats individuals dels diferents països europeus tenen mides molt diferents. L'any 1999 quasi la meitat dels sistemes solars tèrmics instal·lats a Europa es van vendre a Alemanya, amb Grècia i Àustria en segon i tercer lloc. Tots els altres països tenen ratis de mercat menors al 5%, que sumen en total només el 19% del mercat europeu. La ràtio de penetració al mercat energètic és més gran a Àustria i Grècia, seguit per Alemanya, Suïssa, Dinamarca i Holanda. Les vendes anuals han crescut un 18% anualment des de 1994 fins al 1999.

Durant els últims tres anys, els mercats líders europeus han continuat creixent (tot i que amb un preocupant descens el 2002). El mercat alemany, per exemple, va arribar a la xifra de 4.400.000 m<sup>2</sup> de superfície instal·lada l'any 2002 (BSi, 2003), essent el líder a la UE; en tant que, el mercat grec té ara més de 3.000.000 m<sup>2</sup> instal·lats, i ha aconseguit una penetració de més del 30% (CRES, 2001; GASI, 2003).

És evident que els mercats nacionals presenten moltes diferències: en el sistemes instal·lats (del simple termosifó al complex *comby-sistem* per a ACS i calefacció), en les fases de desenvolupament (des de la penetració zero fins a la relativa saturació del mercat grec), en les ràtios de creixement (des del 0% fins a més del 20% anual), la superfície necessària per habitatge (des de 2.3-2.5 m<sup>2</sup> a Grècia, fins a 10 m<sup>2</sup> o més a Àustria) i, finalment, en el sistemes de comercialització (des de sistemes de clau-en-mà fins a grups d'autofabricació). Tot i així, el potencial dels sistemes solars tèrmics de baixa temperatura a Europa és encara molt gran comparat amb el nombre d'instal·lacions realitzades. Si ens basem en recents dades de mercat i en les seves condicions canviants, es pot esperar un creixement per país de:

- Molt petit en el futur més pròxim, per als mercats de Bèlgica, Grècia, Luxemburg, Suècia i Suïssa

- Aproximadament un creixement del 10% anual a Dinamarca i Àustria

- Aproximadament un creixement del 20% anual a Portugal, Espanya, Anglaterra, França i Holanda (en aquests dos últims països s'espera una millora de les condicions de mercat)

- Més d'un 20% de creixement anual a Alemanya i Itàlia

Com a conclusió general, es pot deduir que els mercats nacionals es podrien dividir en dues classificacions bàsiques: "mercats naixents" on la penetració és baixa i la confiança en la tecnologia per part dels consumidors s'ha d'augmentar, i, "mercats creixents", on la posició relativament bona de la indústria respecte del volum i la confiança permetrà una ràpida expansió

#### *Característiques i classificació dels sistemes solars tèrmics per Aigua Calenta Sanitària (ACS)*

Qualsevol sistema solar tèrmic està constituït pels següents elements:

- Camp de col·lectors plans
- Dipòsit d'acumulació d'aigua calenta
- Canonades de connexió
- Punts de consum

La interconnexió d'aquests elements i les diferents aplicacions que es deriven són les que defineixen les diferents tipologies. A continuació es resumeixen les diferents configuracions tenint en compte diversos criteris de classificació:

#### *Classificació bàsica: sistemes directes i sistemes indirectes*

Es considera que un sistema solar tèrmic és *directe* quan l'aigua de consum és la mateixa que circula pel captador. A la Figura 1 es pot observar un exemple d'aquest tipus de sistemes.

Un sistema solar tèrmic és *indirecte* quan existeix una separació entre el líquid termoportador (circuit primari) i l'aigua de consum (circuit secundari). La transferència de calor es realitza al bescanviador. A la Figura 2 es pot

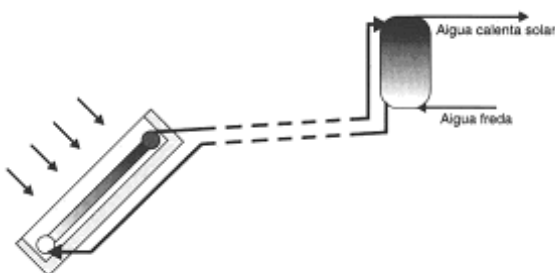


Figura 1. Sistema solar tèrmic directe. Font: APERCA



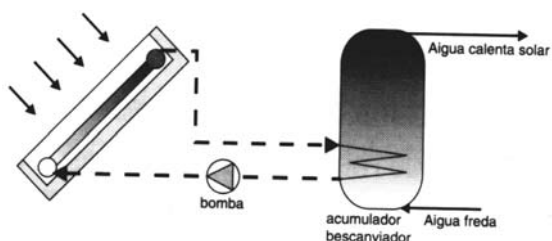


Figura 2. Sistema solar tèrmic indirecte. Font: APERCA

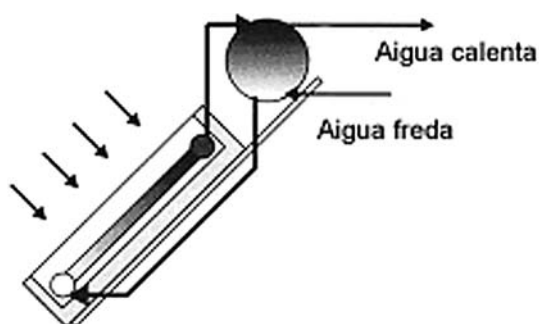


Figura 3. Sistema solar tèrmic amb termosifó. Font: APERCA.

apreciar un sistema d'aquestes característiques

*Classificació segons la circulació del fluid: termosifó i forçats*

Existeixen dues classificacions bàsiques segons com circuli el fluid entre els diferents components de la instal·lació.

- Sistema solar tèrmic amb circulació per termosifó.

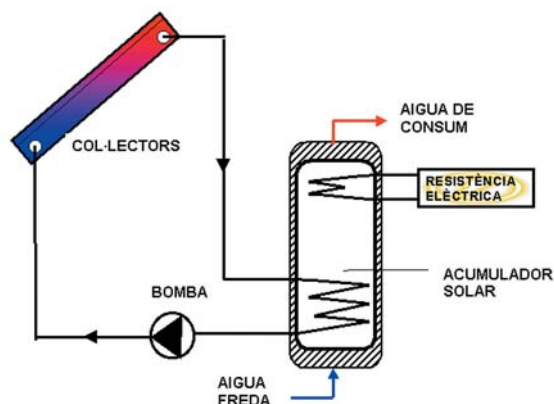


Figura 4. Sistema solar forçat amb bescanviador interior. Font: CIMNE

És el sistema més simple, no existeix cap element mecànic que faci circular el fluid. El moviment es produeix per la diferència de temperatures entre l'aigua freda de l'acumulador i l'aigua calenta dels col·lectors, és a dir, l'aigua escalfada als col·lectors disminueix la seva densitat i ascendeix fins al dipòsit d'acumulació. A la Figura 3 es pot observar un esquema típic d'una instal·lació d'aquestes característiques.

- Sistema solar tèrmic amb circulació forçada.

En aquest sistema, el moviment del fluid caloportador s'aconsegueix gràcies a una bomba que l'impulsa des del bescanviador fins al col·lector. Aquest tipus d'instal·lació és més complexa ja que ha d'incorporar un sistema de regulació que controli l'encesa i

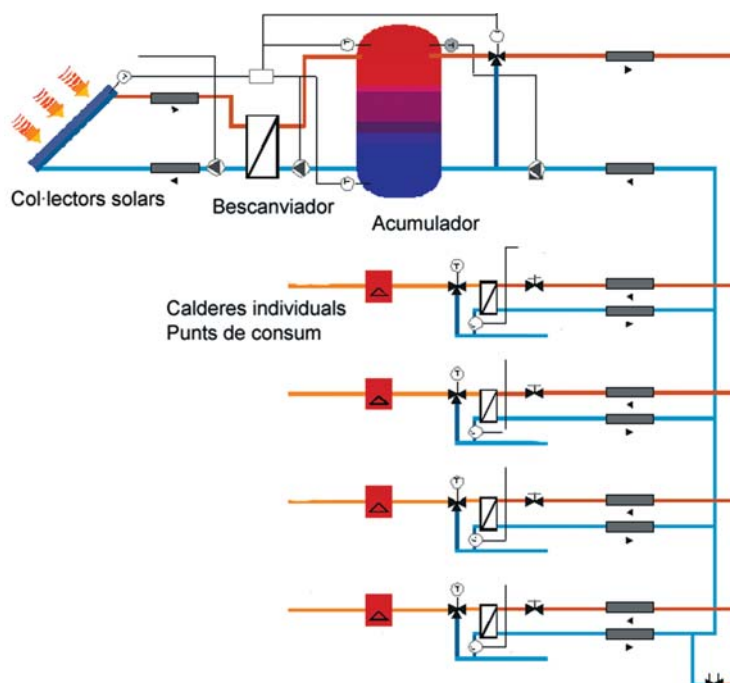


Figura 5. Sistema solar descentralitzat. Font: Projecte NNE5-2001-00500 de la Comissió Europea.



apagada de la bomba a partir de la diferència de temperatures entre el dipòsit i els col·lectors. A la Figura 4 es pot observar un esquema típic d'una instal·lació d'aquestes característiques.

### Classificació segons la configuració

Segons com es realitzi la ubicació de cada element de la instal·lació, els sistemes solars poden ser centralitzats o descentralitzats. En ambdues configuracions, el camp de col·lectors acostuma a ser centralitzat, de manera que la diferència entre les dues configuracions té més a veure amb el sistema d'acumulació i el circuit secundari:

- A les instal·lacions centralitzades l'acumulador i el circuit secundari estan ubicats al mateix lloc, de manera que, un cop l'aigua s'escalfa i s'acumula, es reparteix als diferents punts de consum. Aquest sistema és el més utilitzat en poliesportius, gimnasos, hotels... A la Figura 5 es pot observar un esquema típic d'aquestes característiques.

- A les instal·lacions descentralitzades, no existeix un sistema d'acumulació centralitzat, sinó que l'aigua provinent del camp de col·lectors es distribueix entre els diferents dipòsits d'acumulació. A la Figura 6 es pot observar un esquema típic d'una instal·lació d'aquestes característiques.

Les diferències entre aquestes dos sistemes se centren en el sistema de regulació, de facturació i en l'eficiència energètica.

### Característiques dels sistemes solars tèrmics per a calefacció (COMBI-SYSTEM)

A l'apartat anterior s'ha fet un breu resum de les principals configuracions existents pels sistemes solars tèrmics d'aigua calenta sanitària, tanmateix, aquests sistemes poden ser aplicats simultàniament per a aigua calenta sanitària i per a calefacció. D'aquesta manera, les configuracions descrites anteriorment poden ser fàcilment ampliables cap a un sistema combinat simplement connectant en paral·lel la part calenta del bescanviador d'aigua calenta sanitària i la canonada de retorn del circuit de calefacció de l'habitatge. El sistema de suport d'aquest tipus de sistemes ha de ser una caldera modular instantània combinada per a calefacció i aigua calenta sanitària. A la Figura 7 es pot observar un esquema típic d'una instal·lació d'aquestes característiques.

### Sistemes solars tèrmics de mitja temperatura per a l'escalfament d'un fluid caloportador

#### Aplicacions

Aquests sistemes solars tèrmics tenen dues aplicacions principals:

- Refrigeració
- Aplicacions industrials de mitja temperatura (vapor)

L'aplicació que s'està implantant més,

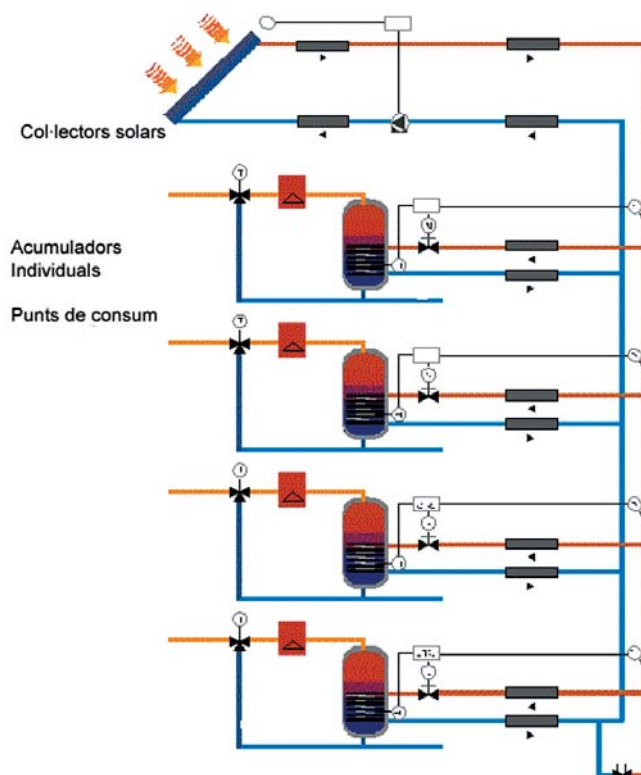


Figura 6. Sistema solar descentralitzat. Font: Projecte NNE5-2001-00500 de la Comissió Europea.



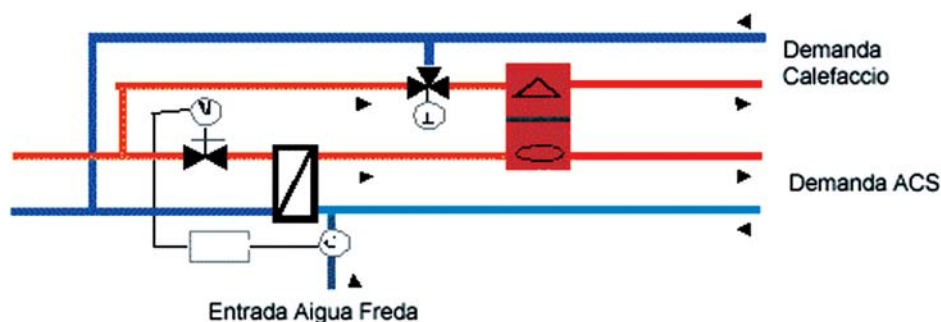


Figura 7. Sistema solar combinat de calefacció i aigua calenta sanitària. Font: Projecte NNE5-2001-00500 de la Comissió Europea.

sobretot als països del sud d'Europa, és la de refrigeració, ja que permet l'aprofitament màxim de l'energia solar els mesos que més radiació es rep: els mesos d'estiu. En la següent secció es fa una descripció de les principals característiques d'aquest tipus de sistemes.

#### *Sistema solar tèrmic per a refrigeració*

L'esquema bàsic d'un sistema de refrigeració solar es pot veure a la Figura 8. L'aigua calenta que surt del sistema solar es converteix, o bé en aigua freda, mitjançant una màquina de refrigeració (d'absorció o d'adsorció) o bé en aire fred mitjançant una unitat de dessecant-evaporativa de refrigeració. A la Taula 2 es poden apreciar les principals característiques tècniques i econòmiques d'aquest tipus de sistemes. La Figura 8 mostra un sistema solar de refrigeració amb tots els components possibles, a les instal·lacions usuals no s'hi instal·len tots.

### **Sistemes solars fotovoltaics**

#### *Aplicacions*

Un sistema solar fotovoltaic és aquell sistema solar, que, mitjançant l'efecte fotovoltaic, transforma la radiació solar en electricitat. Les aplicacions de les instal·lacions fotovoltaïques es poden dividir a grans trets en dos tipus:

- Sistemes autònoms de la xarxa elèctrica.
- Sistemes connectats a la xarxa elèctrica.

En el sistema *autònom de la xarxa elèctrica*, l'energia elèctrica generada a partir de la conversió fotovoltaica s'utilitza per a cobrir els consums elèctrics en el mateix lloc on es produeix la demanda. Les aplicacions més importants per a aquest tipus de sistemes són:

- Electrificació rural

Nombroses zones rurals arreu del món pateixen una manca de subministrament d'energia elèctrica. Això és degut al fet que la

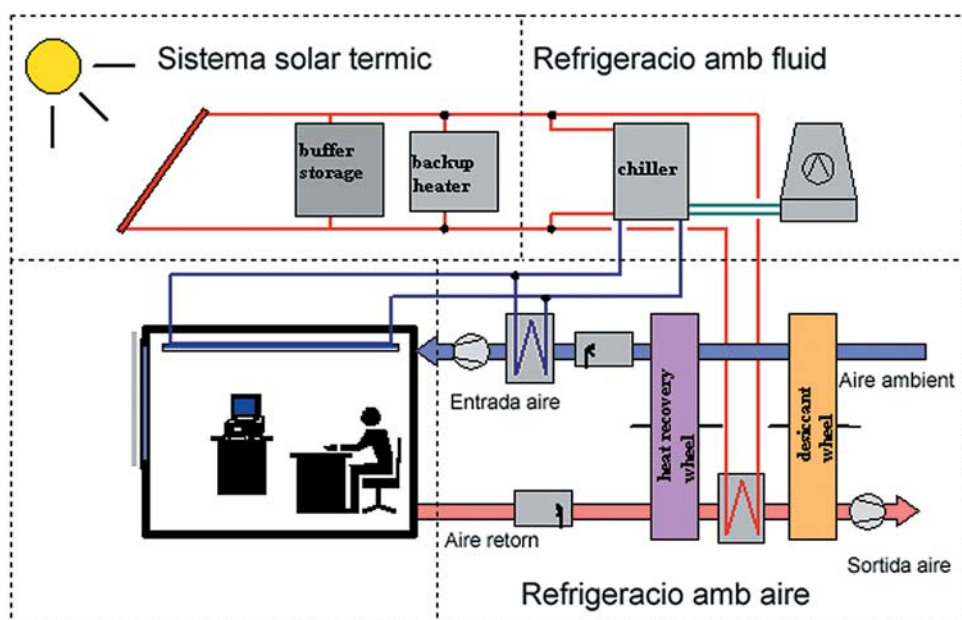


Figura 8. Sistema de refrigeració solar. Font: IEA. Task 25





Taula 2. Principals característiques dels sistemes de refrigeració que es poden acoblar a un sistema solar.

Tipus de sistema	COP -	Temperatura °C	Cost aproximat €/kW	Mida mínima kW
Absorció simple efecte	0.65	85 – 95	1000	35 (2)
Adsorció	0.6	70 – 90	1500	70
Dessecant	0.5	50 – 75	600	5 kW
Absorció doble efecte	1.1	> 150	600	175

rendibilitat de l'electrificació rural mitjançant una xarxa de distribució és incomparablement més baixa que la de l'electrificació industrial o urbana. Per aquest motiu, l'energia fotovoltaica ha estat clau per equipar amb electricitat habitatges aïllats, ja que representa una alternativa viable que genera l'energia necessària per a un habitatge, i que té un baix cost de manteniment.

- Aplicacions agrícoles i de bestiar

Es tracta d'una de les millors aplicacions de l'energia fotovoltaica, ja que el rec agrícola es fa necessari precisament quan no plou ni està núvol. També pot ser molt útil per omplir basses d'abeurament per al bestiar o per mantenir la làmina d'aigua d'un espai recreatiu o natural.

- Senyalització i comunicació

Els panells fotovoltaics permeten alimentar senyals lluminosos com ara boies marines, fars costaners, advertències lluminoses en revolts perillosos de carreteres, plafons informatius i sistemes d'alarma i emergència. Igualment, són una bona alternativa per alimentar repetidors de telecomunicacions i telefonia mòbil.

Els sistemes connectats a la xarxa elèctrica són aquells que produeixen electricitat i la venen a la xarxa elèctrica convencional. El seu desenvolupament ve condicionat per les pri-

mes a la venda d'energia que defineixi cada estat europeu. Dintre d'aquests sistemes, es poden trobar dos casos:

- Centrals fotovoltaïques

A la Puebla de Montalbán (Toledo) hi ha una central fotovoltaica (la més gran d'Espanya) d'1 MW de potència (TOLEDO PV) que complementa la generació elèctrica de l'embassament de Castejón a l'estiu, precisament quan la producció hidroelèctrica està limitada pel poc nivell d'aigua d'aquesta època de l'any.

- Sistemes integrats en edificis connectats a la xarxa elèctrica

Les centrals fotovoltaïques no han d'ocupar un lloc especial en un determinat terreny. Un dels grans avantatges de l'energia solar és que és aplicable a la majoria de llocs sense que això signifiqui una distorsió del paisatge o unes instal·lacions gegantines, i en això estan basats els sistemes integrats en els edificis. Aquest tipus d'instal·lacions lliuren l'energia generada directament a la xarxa elèctrica, com en qualsevol altra central convencional o fotovoltaica de generació elèctrica. L'única diferència és la quantitat d'energia aportada.

En els darrers anys s'ha produït un fort desenvolupament dels sistemes connectats a la xarxa elèctrica i integrats a edificis o altres tipus d'estructures arquitectòniques com cobertes o barreres acústiques.

Taula 3. Capacitat instal·lada FV a diferents països europeus (2001).

País	Sistemes autònoms (kW)	Sistemes en xarxa (kW)	Total (kW)	Total/habitant (W per càpita)
Àustria	1.955	4.681	6.636	0,81
Dinamarca	210	1.290	1.500	0,28
Finlàndia	2.641	127	2.758	0,53
França	12.884	972	13.856	0,23
Alemanya	16.700	178.000	194.700	2,34
finals 2002			273.100	
Grècia	785	785	1.570	0,14
finals 2002			2.365	
Itàlia	11.650	8.350	20.000	0,35
Holanda	4.330	16.179	20.509	1,28
Noruega	6.145	65	6.210	1,38
Portugal	660	268	928	0,09
Espanya	7.000	2.080	9.080	0,23
finals 2002			20.000	
Suècia	2.883	149	3.032	0,34
Suïssa	2.700	14.900	17.600	2,42
Gran Bretanya	520	2.226	2.746	0,05



### Situació europea del mercat de sistemes solars fotovoltaics

A la Taula 3 es mostra la capacitat instal·lada a diferents països europeus l'any 2001 (en el cas d'Espanya i Portugal les dades són de l'any 1999 i 2000 respectivament. Per Alemanya, Grècia i Espanya també es proporcionen les dades de l'any 2002. (Font: IEA 2002a, 2002b, HELAPCO 2003, PHOTON 2003).

La Taula 4 mostra el cost mitjà d'una instal·lació FV als diferents països europeus (Font: IEA 2002a, HELAPCO 2003).

Tal i com es pot observar d'aquesta última taula, el valor del cost mitjà ponderat a Europa està al voltant de 0.6 €/kWh (Font: EPIA-Greenpeace, 2001). Durant l'última dècada la penetració al mercat de sistemes connectats a la xarxa ha augmentat molt a Europa. Aquest desenvolupament s'ha degut principalment a l'àmplia varietat d'es-

tràtegies de promoció que els diferents estats europeus han dut a terme. La Taula 5 mostra un sumari d'aquestes eines als diferents estats europeus.

### Tipologies de tecnologies d'energia solar fotovoltaica

Les cèl·lules fotovoltaiques es poden dividir, bàsicament en: cristal·lines (mono o poli) i de capa fina. La diferència principal es deu al procés de fabricació:

- La tecnologia de capa fina es fabrica mitjançant la deposició de material actiu sobre un substrat; els polímers i l'acer inoxidable són usats com a base, però el substrat més comú és el vidre. A la Figura 9 es mostren dos exemples d'aquesta tecnologia.

- La tecnologia de cèl·lules cristal·lines es fabrica mitjançant oblees de silici que posteriorment es tracten per millorar l'efecte foto-

Taula 4. Cost mitjà d'una instal·lació FV a diferents països europeus (2001).

Apis	Sistemes autònoms		Sistemes en xarxa	
	<1 kW (US \$/W)	>1 kW (US \$/W)	<10 kW (US \$/W)	>10 kW (US \$/W)
Àustria	-	-	6.8	6.2
Dinamarca	9.2	20	6.9	10.9
França	12.8	19.6	-	-
Alemanya	7	7.8	5.5	4.7
Grècia	11	9	-	-
Itàlia	11.5	11.1	6.3	6.1
Holanda	-	-	5.6	5.3
Noruega	10.7	10.7	-	-
Suècia	16.6	-	6.2	-
Suïssa	11.3	9	7	6.1
Gran Bretanya	14	11.9	10.6	9.4

Taula 5. Objectius i incentius per al desenvolupament de l'energia FV a Europa.

Apis	Objectius	Incentius
Àustria	4% producció elèctrica amb PV al 2007	Incentiu a la venda d'electricitat (0.47-0.60 €/kWh) garantida durant 13 anys. Incentius fiscals per als inversors en FV
França		Incentiu a la venda d'electricitat (0.15-0.30 €/kWh) garantida per 20 anys
Alemanya	1.000 MW	Incentiu a la venda d'electricitat (0.457 €/kWh) garantida durant 20 anys. Crèdits tous per a inversors en FV (interès = 1.9%).
Grècia	15 MW el 2010	Subvenció del 40-50 % del cost per a aplicacions comercials. Incentiu a la venda d'electricitat (0.06-0.078 €/kWh)
Itàlia	10.000 sostres solars	Subvenció del 70 % dels costos instal·lació
Luxemburg		Incentiu a la venda d'electricitat (0.45-0.55 €/kWh) garantida per 20 anys
Holanda	300 MW el 2010 1.400 MW el 2020	Subvencions (30-70% del cost, mitjà: 55%). Incentius a la venda 0.068 €/kWh.
Espanya	135 MW el 2010	Incentius a la venda (0.2-0.4 €/kWh). Subvencions (30-35% del cost).
Suïssa		Diferents incentius per cantó (incentius a la venda de 0.6 €/kWh, intercanvi d'electricitat excedent, etc.).
Gran Bretanya	70.000 sostres solars	Subvencions per FV (40-65% del cost)



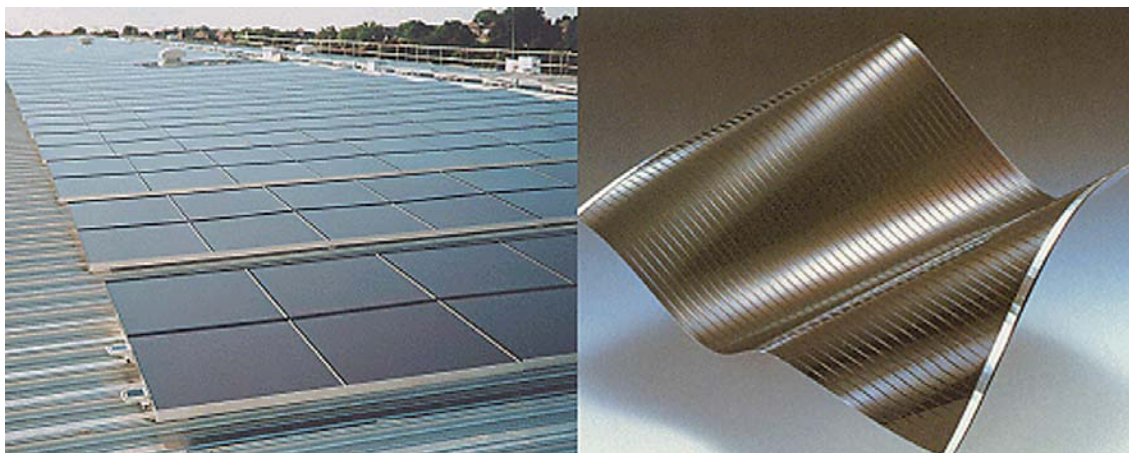


Figura 9. La foto esquerra representa uns panells de capa fina de Si amorf amb coberta de vidre. La foto dreta representa un panell de capa fina de Si amorf amb substrat flexible. Font: Solarcentury Ltd.

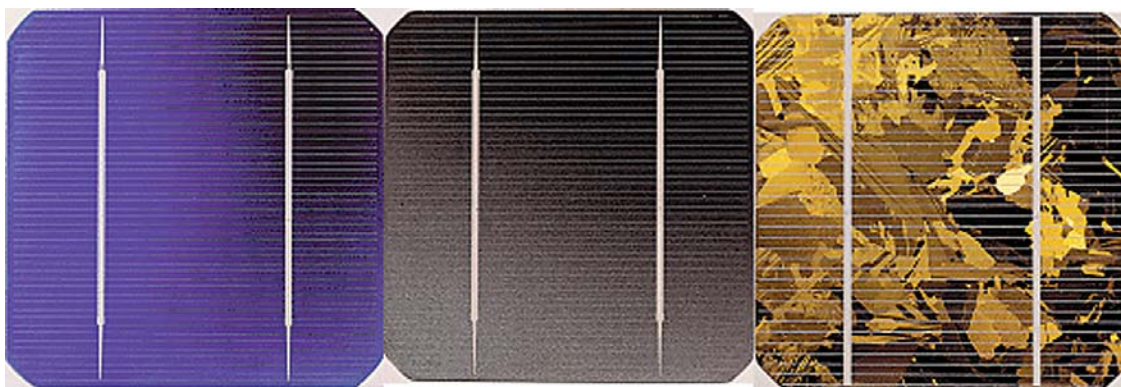


Figura 10. Tres tipus de cèl·lules cristal·lines, d'esquerra a dreta: Monocrystal·lina blava; monocrystal·lina gris; policristal·lina ambre.



Figura 11. Des d'esquerra a dreta: làmines monocrystal·lines; mòduls monocrystal·lins i panells vidre/vidre monocrystal·lins.

voltaic. Aquestes cèl·lules acostumen a protegir-se amb làmines de Tedlar utilitzant adhesiu d'acetat de vinil. A la Figura 10 es mostren tres exemples de tecnologia cristal·lina

En el cas de façanes i sostres transparents, s'acostumen a integrar amb substrats de vidre (panells vidre/vidre), el que fa que siguin molt més prims i que es puguin instal·lar entre dobles vidres a finestres i sostres i/o façanes translúcides. El problema que presenten aquest tipus de mòduls és el cost, que és bastant més gran que els que tenen el substrat de

Tedlar. A la Figura 11 es mostren els tres tipus de panells monocrystal·lins.

### *Tipologies de configuracions de sistemes solars fotovoltaics*

Tenint en compte les aplicacions esmentades abans, les instal·lacions fotovoltaïques es poden classificar en tres categories bàsiques:

- Sistemes autònoms

Aquests sistemes estan formats pels següents elements: panells fotovoltaics,





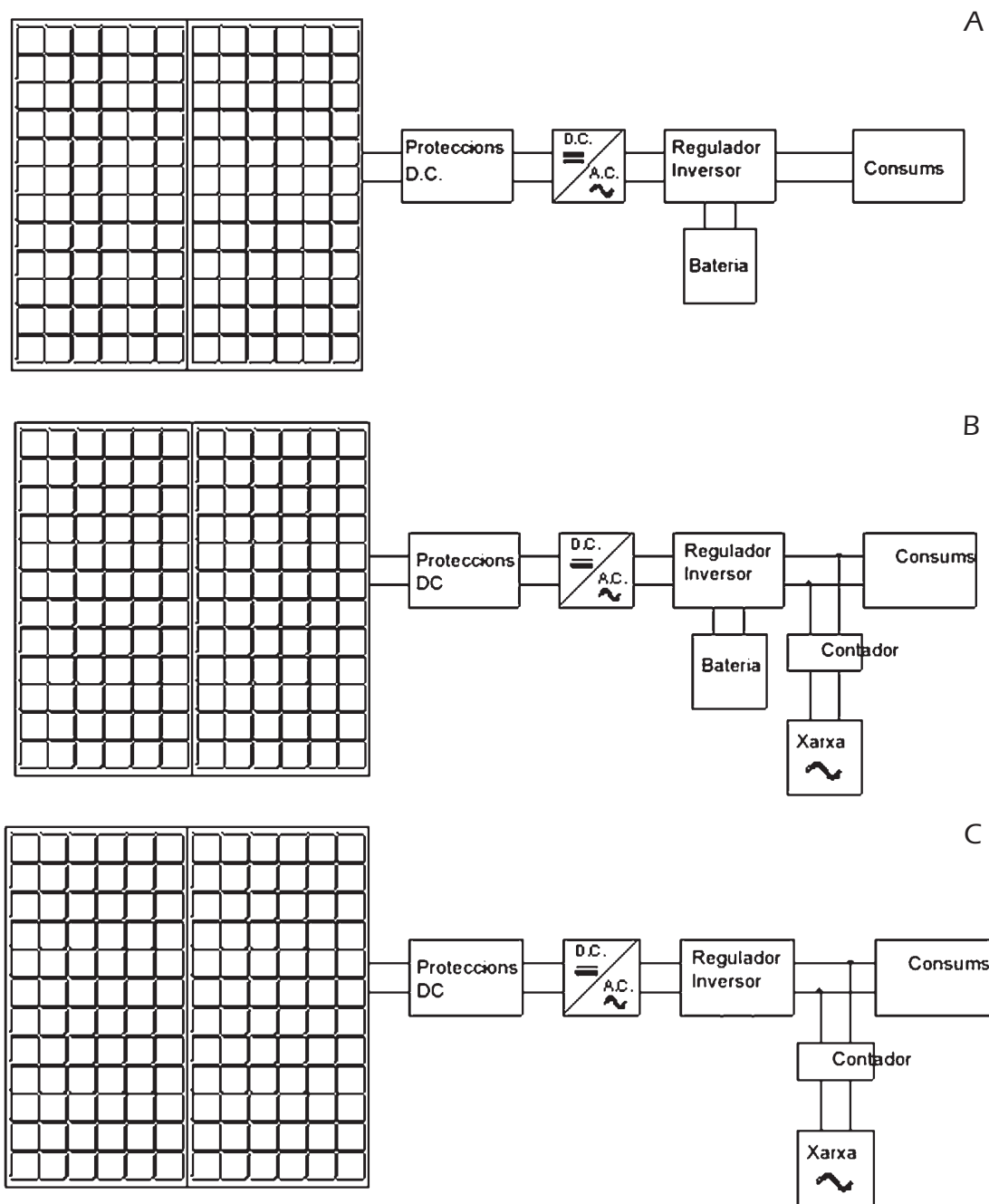


Figura 12. Esquema d'una instal·lació solar fotovoltaica autònoma (A), d'una connectada a xarxa amb bateria de suport (B) i d'una connectada a xarxa (C).

regulador de càrrega, bateria d'acumulació i inversor per a convertir l'electricitat en alterna. En aquestes instal·lacions, tota l'energia es fa servir per a carregar les bateries, de manera que els consums hi passen a través. Només quan la bateria està carregada, el consum es connecta directament amb els panells fotovoltaics. A la Figura 12A es mostra un esquema d'aquest tipus d'instal·lacions.

- Sistemes connectats a xarxa amb bateria de suport

Aquests sistemes es connecten directament a la xarxa i venen tota l'energia produïda, només si la xarxa elèctrica cau, s'activa la bateria per a alimentar algunes parts del consum (llums d'emergència i seguretat...) A la Figura 12B es mostra un esquema d'aquest tipus d'instal·lacions.

- Sistemes connectats a xarxa

Aquests sistemes es connecten directament a la xarxa i venen tota l'energia produïda o bé la subministren directament a l'edifici en paral·lel amb la xarxa convencional.



## Bibliografia

- ANTA, J. (2003). *PV in Spain: much sun, many shadows, but also rays of hope*. In PHOTON International, 2: 49.
- BSi (2003). *Various data on photovoltaics and solar thermal systems in Germany*. Bundesverband Solarindustrie e.V. <http://www.bsi-solar.de>
- CIMNE-Terrassa (2003). *Diseño y Cálculo de Instalaciones solares*. Apunts del curs. [www.structuralia.com](http://www.structuralia.com)
- CRES (2001). *Collection of statistical data on solar energy applications in Greece. Final report for Eurostat*. Greek Center for Renewable Energy Sources (CRES). Athens.
- EPIA-Greenpeace (2001). *Solar Generation: Solar electricity for over 1 billion people and 2 million jobs by 2020*. European Photovoltaic Industry Association & Greenpeace International, October 2001.
- GASI (2003). Personal communication. Greek Association of Solar Industries.
- HELAPCO (2003). *Various data on photovoltaics*. Hellenic Association of Photovoltaic Companies. <http://www.helapco.gr>
- IEA (1998). *Large scale solar purchasing: a business opportunity*. International Energy Agency: Solar Heating & Cooling Programme.
- IEA (2002a). *Trends in Photovoltaic Applications in Selected IEA countries between 1992 and 2001*. Photovoltaic Power Systems Programme, Report IEA – PVPS T1 - 11: 2002.
- IEA (2002b). *Market deployment strategies for PV systems in the built environment – An evaluation of Incentives, Support Programmes and Marketing Activities*. Photovoltaic Power Systems Programme, Report IEA – PVPS T7 - 06: 2002.
- PHOTON International (2003). Solar cell production increase significantly in 2002. March 2003. <http://www.photon-magazine.com>

